



94754

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 52 524 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
B 64 D 11/04
F 04 F 5/00
B 64 D 13/06

②1 Aktenzeichen: 199 52 524.2
②2 Anmeldetag: 30. 10. 1999
④3 Offenlegungstag: 10. 5. 2001

DE 199 52 524 A 1

⑦1 Anmelder:
EADS Airbus GmbH, 21129 Hamburg, DE

⑦2 Erfinder:
Scherer, Thomas, Dr.-Ing., 22559 Hamburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Kühlluftversorgung von Küchenservicewagen

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Kühlluftversorgung für Küchenservicewagen (Trolleys), die in Bordküchenbereichen eines Passagierflugzeuges positioniert sind. Ihre Anwendung liegt im Bereich der Effizienzsteigerung eines bestehenden Kühlsystems im Flugzeug bei der Kühlung von Lebens- oder Genußmitteln in Bordküchenbereichen.

Mit dem Verfahren zur Kühlluftversorgung für Küchenservicewagen, die in Bordküchenbereichen eines Passagierflugzeuges angeordnet sind, läßt sich die Kühlleistung einer Kompressions-Kältemaschine, die in einem bestehenden Kühlsystem integriert ist, ohne Erhöhung von deren Luftdurchsatz steigern (effizient beeinflussen). Dabei wird mit geeigneten regelungstechnischen Maßnahmen ein entsprechender Einfluß auf den Kühlprozeß der Kältemaschine ausgeübt.

Das Verfahren zur Kühlluftversorgung von Küchenservicewagen, die innerhalb eines Bordküchenbereiches eines Passagierflugzeuges positioniert sind, setzt mit einer elektronischen Regeleinrichtung und einem ihr über Signalleitungen verbundenen Elektronikteil einer Luftkühler-Einrichtung, der mehrere mit dem Kühlkreislauf des Bordküchenbereiches verbundene Luftverbindungsleitungen angeschlossen sind, in mehreren Schritten entsprechend den im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen die beabsichtigte Steigerung der Kühlleistung der Kältemaschine mit einer Strahlpumpe um, dabei mit regelungstechnischen Maßnahmen der Kühlprozeß der Luftkühler-Einrichtung wesentlich beeinflusst wird.

DE 199 52 524 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Kühl-
luftversorgung für Küchenservicewagen (Trolleys), die in
Bordküchenbereichen eines Passagierflugzeuges positioniert
sind. Ihre Anwendung liegt im Bereich der Effizienz-
steigerung eines bestehenden Kühlsystems im Flugzeug bei
der Kühlung von Lebens- oder Genußmitteln in Bordk -
chenbereichen.

Im Luftverkehr werden zur Betreuung der begleitenden
Passagiere in einem Passagierflugzeug entsprechende Spei-
sen und Getränke angeboten, die in Küchenservicewagen,
welche den Bordk chen eingestellt sind, gelagert werden.
Zur Kühlung der Lebens- und Genußmittel wird in einem
geschlossenen Luftkreislauf kalte Luft entweder durch den
gesamten Kühlraum mit dort positionierten K chenservice-
wagen (Trolley Compartment) oder wenigstens durch einen
einzelnen Küchenservicewagen geleitet. Der (in den Kühl-
kreislauf abgegebene) Luftstrom wird von einer Kompressi-
ons-Kältemaschine (Air Chiller) gekühlt und in Rohrlei-
tungsverbindungen, denen das Trolley Compartment (die
Küchenservicewagen) angeschlossen ist (sind), eingespeist,
wobei die dort abgegebene erwärmte Rückluft der K ltema-
schine rückgeführt wird.

Demnach ist es bekannt, daß der (die) Bordk chenbe-
reich(e) [Galley-Bereich(e)] eines Passagierflugzeuges von
einer Kältemaschine (Chiller)  ber eine Rohrleitung (Sup-
ply-Rohr) mit Kaltluft versorgt wird (werden), die dort zum
Um- bzw. Durchspülen der zu kühlenden K chenservicewa-
gen (Trolleys) benötigt wird. Die (durch Wärmeabgabe der
Küchenservicewagen) erwärmte Kaltluft wird anderenfalls
danach über eine Rohrleitung (Return-Rohr) der K ltema-
schine zurückgeführt.

Es ist bisher kein Vorbild dafür bekannt, wonach geeig-
nete Maßnahmen vorgeschlagen werden, die Kühlleistung
der Kompressions-Kältemaschine ohne Erhöhung von deren
Luftdurchsatz im Passagierflugzeug zu steigern, um die Ver-
sorgung einer Bordk che auch mit einer erweiterten Anzahl
von Küchenservicewagen (Trolley Compartment) bei Ab-
senkung der durchschnittlichen Kühltemperaturen zu ge-
w hrleisten.

Demzufolge liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde,
ein Verfahren zur Kühlluftversorgung für K chenservicewa-
gen, die in Bordküchenbereichen eines Passagierflugzeuges
angeordnet sind, anzugeben, mit dem sich die Kühlleistung
einer Kompressions-Kältemaschine, die einem bestehenden
Kühlsystem integriert ist, ohne Erhöhung von deren Luft-
durchsatz steigern (effizient beeinflussen) läßt. Dabei soll
mit geeigneten regelungstechnischen Maßnahmen ein ent-
sprechender Einfluß auf den Kühlprozeß der Kältemaschine
ausgeübt werden.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebe-
nen Maßnahmen gelöst. In den weiteren Ansprüchen sind
zweckmäßige Weiterbildungen und Ausgestaltungen dieser
Maßnahmen angegeben.

Die Erfindung ist in einem Beispiel anhand der beigef g-
ten Zeichnungen näher beschrieben. Dabei wird das Verfah-
ren hauptsächlich anhand dem in der Fig. 1 dargestellten
Blockschaltbild näher beschrieben. Die Anordnungen nach
den Fig. 2 und 3 werden die hinsichtlich der Fig. 1 gegebene
Ausführungen ergänzen. Es zeigen

Fig. 1 das Blockschaltbild zur Kühlluftversorgung eines
Bordküchenbereiches (Trolley Compartment) mit (figürlich
nicht gezeigten) Küchenservicewagen in einem Passagier-
flugzeug;

Fig. 2 den Kühlkreislauf zur Kühlluftversorgung des
Bordküchenbereiches nach Fig. 1;

Fig. 3 die Vorderansicht des mit mehreren K chenser-

vicewagen bestückten Bordküchenbereiches (ohne Rohrlei-
tungsverbindungen) nach Fig. 2.

Nach dem Blockschaltbild der Fig. 1 wird man drei funk-
tionale Abschnitte unterscheiden, die eine verfahrensbezo-
gene Beziehung eingehen. Dabei handelt es sich um eine
Luftkühler-Einrichtung 3, einen Kühlkreislauf-Bereich 15
(mit integriertem Bordküchenbereich 1) und eine Regelein-
richtung 2, die miteinander korrelieren, um die eingangs er-
wähnte Steigerung der Kühlleistung der Luftkühler-Einrich-
tung 3 (Air Chiller Device) von bestehenden (dem Fach-
mann an sich bekannten) Anordnungen zur K hlluftversor-
gung des Bordküchenbereiches 1 (genauer: der dort position-
ierten Küchenservicewagen 7) innerhalb eines Passagier-
flugzeuges technologisch umzusetzen.

Die Regeleinrichtung 2 und die Luftkühler-Einrichtung 3
sind (informationstechnisch)  ber eine Signalleitung mitein-
ander verbundenen, über die die Luftkühler-Einrichtung 3
(genauer: die in den Kühlkreislauf-Bereich 15 Kaltluft ein-
speisende Kältemaschine) die von der Regeleinrichtung 2
ihr zugeleiteten Informationen erhält. Darauf wird später n -
her eingegangen. Dem K hlluftausgang und dem Rückluft-
eingang der sogenannten Luftkühler Einrichtung 3 sind ent-
sprechende Luftverbindungsleitungen angeschlossen, mit
denen der Bordküchenbereich 1 (die Küchenservicewagen
7) be- und entlüftet werden. An geeigneter Stelle des Kühl-
kreislauf-Bereiches 15 wird (mit einem Vorgriff auf später
vertiefte Angaben) die Lufttemperatur einer Mischluft, die
den Küchenservicewagen 7 des Bordküchenbereiches 1 zu-
geführt wird, sensitiv überwacht, um die daraufhin von ein-
em Temperatursensor 5 erfa tten und anschließend in digi-
tale Signale umgesetzten Informationen mit gespeicherten
oder zugeführten Soll-Temperatur-Vorgaben durch eine
Auswerteeinheit 6 zu vergleichen. Der Temperatursensor 5
als auch die ihm auf dem Informationsweg (leitungsmäßig)
verbundene Auswerteeinheit 6 sind integrierter Bestandteil
der elektronischen Regeleinrichtung 2, zu der (in der Regel
wenigstens) eine Verstärkereinheit 14, die der Auswerteein-
heit 6 leitungsmäßig (informationstechnisch) verbunden ist,
zählt. Die Regeleinrichtung 2 wird man (aus Gründen) mit
den leitungsmäßig (informationstechnisch) in Reihe verbun-
denen Zusatzeinheiten, einer Unempfindlichkeits-Einheit
12 und einer Begrenzereinheit 13, ergänzen.

Dabei ist die Unempfindlichkeits-Einheit 12 auf dem Lei-
tungsweg (von Informationsleitungen) mit der Verstärker-
einheit 14 verbunden und der Informationsausgang der Be-
grenzereinheit 13 auf den Informationsseingang eines Elek-
tronikteiles von einem Entspannungsventil 8, das (neben
weiteren Aufgaben) den Zufuhr eines ihm zugeleiteten
Kühlmittels reguliert, geschaltet, wobei das Entspannungs-
ventil 8 der Luftkühler-Einrichtung 3 funktional integriert
ist. Auf die weiteren der Luftkühler-Einrichtung 3 integrieren-
den Bestandteile wird bei der Erläuterung der Verfahrens-
schritte näher Bezug genommen. Nur soviel wird noch er-
g nzt, daß dem Kühlkreislauf-Bereich 15 eine Str hlpumpe
9 zugehörig ist, mit der eine Teilmenge der (ausgangs der
Küchenservicewagen 7) rückgeführten erwärmten Kaltluft
abgesogen wird, die mit der von der Luftkühler-Einheit 3
zugeleiteten Kaltluft gemischt wird. Die erwähnte Mischluft
wird - wie vorher angedeutet - dem Bordküchenbereich 1
(den Küchenservicewagen 7) zugeleitet, deren Temperatur
dann sensitiv überwacht wird. Soweit dazu, um eine gewis-
ses Verständnis für die nunmehr folgenden Verfahrenss-
chritte, deren Erläuterungen sich (hauptsächlich) auf das
Blockschaltbild zur Kühlluftversorgung des Bordk chenbe-
reiches 1 respektive der (erst in Fig. 3 gezeigten) K chen-
servicewagen 7) beziehen, zu besitzen.

Die nachfolgenden Erläuterungen beginnen mit dem Teil
der Kühlluftversorgung von innerhalb dem Bordk chenbe-

reich 1 (Trolley Compartment) anzahlig platzierten Küchenservicewagen 7 (Trolleys), denen anfangs von der Luftkühler-Einrichtung 3 (Air Chiller Device) entsprechende Kaltluft (von etwa 0 Grad Celsius) eingespeist wird. Die Luftversorgung erfolgt über eine (nach Fig. 2) als Rohrleitungsverbindung installierte Luftversorgungsleitung 17, wobei der Treibstrom der Kaltluft zunächst mit Hilfe der Strahlpumpe 9, die im Strömungsquerschnitt der nachfolgenden Luftverbindungsleitung 17 installiert ist, keinen Saugstrom von einer (nach Fig. 2) als Rohrleitungsverbindung den Ausgängen der Küchenservicewagen 7 angeschlossenen Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 umsetzt, weil eine gewisse Zeit des Um- bzw. Durchspülens der Küchenservicewagen 7 mit dieser Kaltluft erst verstreichen wird. Sofern ausgang der Küchenservicewagen 7 – infolge von Wärmeaufnahme der Kaltluft – eine (durch den einzelnen Küchenservicewagen 7 hindurch diffundierte Luftmenge an) erwärmter Kaltluft abgegeben wird, die einen Leitungsknoten K (auf der – nach Fig. 2 – Abluft-Verbindungsleitung 19) erreicht, wird man nach folgenden Schritten die Kuhlluftversorgung der Küchenservicewagen 7 zu dem (eingangs der Beschreibung angegebenen Zweck) umsetzen. Danach wird in einem ersten Schritt a nachfolgendes passieren. Eine Teil-luftmenge der (von den Küchenservicewagen 7 abgegebenen) erwärmten Kaltluft wird über eine als Rohrleitungsverbindung installierte Bypass-Luftleitung 4 dem Treibluftstrom der zugeführten Kaltluft beigemischt. Dazu wird die Funktion der Strahlpumpe 9 genutzt, wonach (auf die Ausführung der Fig. 2 bezogen) die kinetische Energie des Treibstromes der (von der Luftkühler-Einrichtung 3 eingespeisten) Kaltluft im Strömungsquerschnitt der Luftversorgungsleitung 17 ausreicht, um am Rohrleitungsausgang eines (der Strahlpumpe 9 integrierten) Treibstrahlrohres eine Saugwirkung zu entfalten, infolge ein Saugluftstrom (von Teilmengen) der erwärmten Kaltluft am Leitungsknoten K einsetzt. Die durch die Bypass-Luftleitung 4 abgesaugte Teilluftmenge von erwärmter Kaltluft wird sich mengenmäßig mit der (von der Luftkühler-Einrichtung 3 bezogenen) Kaltluft vermischen. Daraufhin wird durch den (der Strahlpumpe 9 nachgeordneten) Strömungsquerschnitt der (nach Fig. 2) Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 ein Gesamt-luftstrom von Mischluft den (einzelnen) Küchenservicewagen 7 erreichen.

Gleichermaßen (wird – mit einem Schritt b – während des Strömes der Mischluft) mit einem im Temperatursensor 5, der im Strömungsquerschnitt des mischlufführenden Leitungsabschnittes der Luftverbindungsleitung anordnet ist, die Ist-Mischlufttemperatur erfaßt, die daraufhin – nach einem folgenden Schritt c – vom Temperatursensor 5 in ein elektronisches (digitales) Signal gewandelt wird. Der Temperatursensor 5 ist mit ein Bestandteil der vorher erwähnten elektronischen Regeleinrichtung 2, zu der außerdem noch (nach dieser Ausführung) die hintereinander und (in der nachfolgend genannten Reihenfolge) informativ (elektrisch) verbundenen Einheiten: eine Auswerteeinheit 6, eine Verstärkereinheit 14 (Verstärker), eine Unempfindlichkeits-Einheit 11 (Unempfindlichkeit) und eine Begrenzereinheit 12 (Begrenzer) zählen. Das Signal wird auf dem Übertragungsweg von Signalleitungen (elektrischen Leitungen) der Auswerteeinheit 6 zugeführt, von der es daraufhin mit einer (ihr signalmäßig zugeleiteten oder von ihr gespeicherten) Soll-Mischlufttemperatur-Vorgabe verglichen wird, wobei die Auswerteeinheit 6 darauffolgend aus dem Temperaturvergleich die aktuelle Temperaturabweichung (mit einem Soll-/Ist-Temperatur-Wertvergleich) feststellen wird. In einem anschließenden Schritt d wird daraufhin von der Auswerteeinheit 6 aus der (elektronisch) ermittelten (festgestellten) Temperaturabweichung (Temperaturen-Differenz) ein wei-

teres elektronisches (digitales) Signal – zunächst ohne weitere Signal-Verstärkung und Weiterleitung an die nachgeordneten Einrichtungen der Regeleinrichtung 2 – generiert, das der Luftkühler-Einrichtung 3 übermittelt wird. Im Detail wird dieses weitere Signal einen (nicht gezeigten) Elektronikteil eines sogenannten Entspannungsventils 8 ansteuern, dadurch (entsprechend der aktuellen Temperaturabweichung) die Ventilstellung des Entspannungsventils 8 sich entsprechend verändern wird. Das Entspannungsventil 8 ist ein (dem Fachmann bekannter) Bestandteil im Kältemittelkreislauf der Luftkühler-Einrichtung 3, zu der außerdem eine Kondenser-Einheit 10 (Kondenser), eine Verdampfer-Einheit 11 (Verdampfer), ein Kompressor und ein Enteisungsventil zählt, die den Kältemittelkreislauf vervollständigen. Die Verknüpfung respektive die funktionellen Beziehungen dieser rohrlitungsverbundenen Elemente innerhalb diesem Kältemittelkreislauf wird der sachkundige Fachmann (der Kältetechnik) ohne weiteres der Fig. 1 entnehmen, so daß das weitere Interesse nur auf die für die nähere Erläuterung des Verfahrens interessierenden Elemente der Luftkühler-Einrichtung 3 gelenkt wird. Mit der signalaktivierten Variation (Veränderung) der Ventilstellung des Entspannungsventils 8 wird daraufhin eintreffen, daß im Entspannungsventil 8 ein ihm vom Kondenser 10 zugeführtes flüssiges Kältemittel durch irreversible Drosselung auf einen niedrigen Druck entspannt wird. Gleichermaßen wird der Massendurchsatz des Kältemittels entsprechend der Ventilstellung (Ventilcharakteristik) verändert. Ein anschließender Schritt e sieht vor, daß (daraufhin) das druckentspannte Kältemittel einer im Kältemittelkreislauf der Luftkühler-Einrichtung 3 dem Entspannungsventil 8 leitungsverbundenen Verdampfereinheit 11 zugeführt wird. Dabei wird in der Verdampfereinheit 11 durch die Absenkung des Kältemittel-Druckes auf ein entsprechendes Dampfdruckniveau und unter gleichzeitiger Aufnahme von Wärme aus der (nur andeutungsweise erwähnten) verbleibenden Teilmenge der von den Küchenservicewagen 7 abgegebenen erwärmten Kaltluft, die vom Leitungsknoten K über den verbleibenden Rohrleitungsabschnitt der Abluft-Verbindungsleitung 19 (Rückluftleitung) der Verdampfereinheit 11 zugeführt wird, die Zustandsphase des ihr zugeführten Kältemittels von der Flüssigphase in eine Gasphase umgewandelt.

Dadurch wird gleichzeitig in einem abschließenden Schritt f mit der geschehenen Wärmeaufnahme die Austrittstemperatur der von der Luftkühler-Einrichtung 3 in den Kühlkreislauf eingespeisten Kuhlluft bestimmt wird.

Der Vollständigkeit halber wird mit erwähnt, daß zwischen der Kondenser-Einrichtung 10 und dem ihr angeschlossenen Kabinenbereich 16 (eines Flugzeug-Druckrumpfes) eine permanent stattfindender Luftaustausch stattfinden wird, auf den aber nicht näher eingegangen wird.

Erwähnt wird auch, daß bei diesem vorbeschriebenen Prozeß die Soll-Mischlufttemperatur-Vorgabe mit 0 Grad Celsius als Sollgröße vordefiniert wird.

Wie schon angedeutet – kann auch vorgesehen werden, daß das – mit den Informationen des (nach Schritt c) vorher stattgefundenen Temperaturvergleiches versehene – digital generierte weitere Signal einer der Regeleinrichtung 2 integrierten Verstärker-Einheit 12 und darauffolgend (um einen entsprechenden Faktor verstärkt) dem Entspannungsventil 8 zugeleitet wird, wobei bei der Signal-Verstärkung der von der Auswerteeinheit 6 ermittelten (festgestellten) Temperaturabweichung (Temperaturen-Differenz) der Ist-Mischlufttemperatur mit der vordefinierten Soll-Mischlufttemperatur die aktuelle Ventilstellung (Ventilcharakteristik) des Entspannungsventils 8 und das Temperaturverhalten der am Austritt der Luftkühler-Einrichtung 3 in den Kühlkreislauf eingespeist Kaltluft einschließlich der vordefinierten Luft-

übertragungsfunktion durch die Luftverbindungsleitungen korrelativ berücksichtigt wird.

Die Signal-Verstärkung der vorgenannten Temperaturabweichung (Temperatur-Differenz) wird mit unter dem Einfluß des der Verstärker-Einheit 12 integrierten Proportional-Gliedes vorgenommen. Darauf folgend kann dieses verstärkte digital generierte weitere Signal der Unempfindlichkeits- und der ihr seriell verbundenen Begrenzer-Einheit 12, 13 zugeleitet werden, von denen vorteilhafterweise wertmäßige Modifizierungen dieses verstärkten Signals umgesetzt werden. Danach wird das verstärkte generierte weitere Signal der Unempfindlichkeits- und danach der Begrenzer-Einheit 12, 13 zugeleitet, von denen die verstärkte Temperatur-Differenz wertmäßig modifiziert wird. Daraufhin wird das Produkt der Signalmodifikation von der Begrenzer-Einheit 13 dem Elektronikteil des Entspannungsventils 8 zugeleitet. Im Detail wird zunächst das verstärkte generierte weitere Signal von der Unempfindlichkeits-Einheit 12 soweit modifiziert, das es vor dem oder bis zum Erreichen eines vordefinierten unteren Schwellwertes der Signalmodifikation keinesfalls eine Veränderung der Ventilstellung des Entspannungsventils (8) auslösen wird. Danach wird das von der Unempfindlichkeits-Einheit 12 modifizierte verstärkte generierte weitere Signal darauf folgend von der Begrenzer-Einheit 13 soweit zusätzlich modifiziert, das es mit dem Erreichen eines vordefinierten oberen Schwellwertes der Signalmodifikation keine weitere Veränderung der Ventilstellung des Entspannungsventils 8 auslösen wird oder (zumindestens) eine Veränderung von dessen Ventilstellung ausbleiben wird. Letztere Maßnahme bedeutet, daß das Entspannungsventil 8 nicht mehr reagieren wird.

In der Fig. 2 wird nunmehr – zum besseren Verständnis – der Kühlkreislaufbereich 15 nach Fig. 1, der im Passagierflugzeug berücksichtigt wird, deutlicher beschrieben. Anhand dieser Darstellung wird der aufmerksame Betrachter ein besseres Gefühl für die – hinsichtlich der Fig. 1 – vorerwähnten Schritte, die auf die Kühlluftversorgung des Bordküchenbereiches 1 bzw. der Küchenservicewagen 7 und die Rezirkulation der von diesem Standort abgeführten erwärmten Kaltluft abzielen, gewinnen.

Die – hinsichtlich der Fig. 1 mehrfach erwähnte Strahlpumpe 9 wird man (nach dieser in der Fig. 2 dargestellten Ausführung) dermaßen umsetzen, wonach der sogenannte Verbindungsendbereich 21 (genauer: das freie Rohrleitungsende) der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 (in praxi trichterförmig ausgebildet wird. In den offenen Trichterquerschnitt des (eine Kegelstumpfform aufweisenden) Trichters der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18, der den Verbindungsendbereich 21 der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 bildet, wird (durch die kreisförmige Grundfläche des Kegelstumpfes) ein sogenannter Leitungsendabschnitt 20 [besser: ein Rohrendabschnitt des freien Rohrleitungsendes] der Luftversorgungsleitung 17 in Richtung der (Rohr-)Leitungsachse der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 geführt. Außerdem wird die Bypass-Luftleitung 4, die dem erwähnten Leitungsknoten K [(Rohr-)Leitungsverzweiger] der sogenannten Abluftverbindungs(rohr)leitung 19, welche dem einzelnen Küchenservicewagen 7 und der Luftkühler-Einrichtung 3 angeschlossen ist, abzweigt, dem Trichterrand des Verbindungsendbereiches 21 angeschlossen, mit der die Trichteröffnung (der geöffnete Trichterquerschnitt) verschlossen ist. Es wird vorgesehen, daß der Anschluß der nehmlichen Bypass-Leitung 4 seitwärts (an einer dem Kegelmantel des Kegelstumpfes ausgesparten Öffnung) unterhalb der Trichteröffnung erfolgen wird.

Mit dieser Maßnahme wird erreicht, daß – ähnlich der Arbeitsweise (von einer nicht näher betrachteten und) mit einem abgewinkelten Rohrteil installierten Strahlpumpe 9 –

durch die kinetische Energie des Treibstromes (Treibstrahles) der von der Luftkühler-Einrichtung 3 (vom Air Chiller) über die Luftversorgungsleitung 17 zugeführten Kaltluft (kalten Zuluft) in der inneren Umgebung (in den von der Trichterwandung eingeschlossenen Hohlraum) des Trichters am Ausgang (am freien Ende) des (Rohr-)Leitungsendabschnittes 20 der Luftversorgungsleitung 17, das dort im offenen trichterförmigen Querschnitt des Verbindungsendbereich 21 der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 angeordnet ist, durch den Treibstrom der von der Luftkühler-Einrichtung 3 zugeführten Kaltluft ein Saugstrom (eine Saugwirkung) initiiert wird, wodurch Teilmengen der (vom Küchenservicewagen 7) abgeführten erwärmten Kaltluft über die Bypass-Leitung 4 in den eingeschlossenen Innenbereich des Trichters abgesaugt werden. Dadurch wird man – wie gewünscht – eine (ohne den Einfluß der Regeleinrichtung 2 nach Fig. 1 betrachtete) Steigerung der Kühlleistung der Luftkühler-Einrichtung 3 (des Air Chiller) erreichen, wodurch der Kaltlufttransport – auf einen gewünschten (vertretbaren) Volumendurchsatz (unterhalb der Kühlleistungsgrenze) – reguliert wird, oder umgekehrt sich eine zusätzliche (wenn auch nicht auf dem Niveau der von der Luftkühler-Einrichtung 3 (Kältemaschine) abgegebenen – Kühltemperatur befindliche) Luftmenge (der durch die Bypass-Leitung 4 strömenden temperierten Kaltluft) hinzuregulieren läßt.

Der Einfluß des – hinsichtlich Fig. 1 diskutierten Soll-/Ist-Temperaturvergleiches der sensierten Ist-Mischlufttemperatur mit einem vordefinierten Temperaturwert wird – zur Erlangung der hinsichtlich der Fig. 1 beabsichtigten Zusatzvorteile – hier nicht berücksichtigt.

Die Versorgung eines Bordküchenbereiches 1 (Trolley Compartment) nach der Fig. 2, das nach der in Fig. 3 gezeigten Ausführung mit fünf Küchenservicewagen 7 bestückt ist, knüpft an die vorbeschriebene allgemeinen Umsetzung mit einer aus den Rohrleitungsverbindungen: Luftversorgungsleitung 17, Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 und Bypass-Luftleitung 4 umgesetzten Strahlpumpe 9 an deren Verzweigungsstelle an. Die Versorgung des Bordküchenbereiches 1 bzw. der Küchenservicewagen 7 nach der Fig. 3) mit einem Gesamt(luft)strom von einer 0-Grad Celsius-Kühllufttemperatur (-Mischlufttemperatur) wird mit an der zitierten Verzweigungsstelle der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18 angesaugten Teilmengen der vom einzelnen Küchenservicewagen 7 rückgeführten erwärmten Kaltluft über die nehmliche Bypass-Luftleitung 4 geschehen, um mit der (so gebildeten) Strahlpumpe 9 zu dem beabsichtigten Zweck die betreffenden Küchenservicewagen 7 (nach Fig. 3) mit genügend kühl temperierter Luft zu versorgen. Außerdem wird in der Fig. 2 die Rückführung von Teilen der dem Kabinenbereich 16 (genauer: einer Flugzeugpassagierkabine) entlüfteten verbrauchten Kabinenluft, die über einen vorgesehenen Anschluß – einem Cabin Air Inlet – der Kältemaschine 1 (aus Gründen der – nicht näher behandelten – klimaverträglichen Aufbereitung) zugeführt wird, angedeutet. Gleichfalls wird die Abgabe von in der Luftkühler-Einrichtung 3 (Kältemaschine) – während des Kühlprozesses – kondensierten Luftmengenanteilen (Condenser Air) angedeutet.

In der Fig. 3 wird die Vorderansicht des mit mehreren (hier fünf) Küchenservicewagen 7 bestückten Bordküchenbereiches 1 (ohne gesondert dargestellten Rohrleitungsverlauf) nach Fig. 2 gezeigt.

Nach diesen Ausführungen wird eine – in der Hauptsache auf die Fig. 1 abzielende – allgemeinverständlichere Zusammenfassung gegeben.

Zurückkommend auf die Fig. 1 wird aus der Differenz zwischen einer Sollvorgabe und einer sensorisch (meßtech-

nisch) erfaßten Isttemperatur der Mischluft, die dem Bordküchenbereich 1 bzw. den dort im einzelnen stationierten Küchenservicewagen 7 zugeführt wird, über eine Verstärker-Einheit 14 ein digitalisiertes Verstärkersignal zur Ansteuerung des (der Luftkühler-Einrichtung 3 integrierten) Entspannungsventils 8 generiert, das sich im Kältemittelkreislauf der Luftkühler-Einrichtung 3 (des Air Chillers) vor der Verdampfer-Einheit 11 (Flüssigphase) befindet. In dem Ventil wird das Kältemittel durch irreversible Drosselung auf einen niedrigen Druck entspannt und der Massendurchsatz entsprechend der Ventilcharakteristik verändert.

Dabei ist die Zustandsänderung isenthalp, das heißt die Enthalpien vor und hinter der Drossel sind gleich unter der Annahme, daß die Änderungen der potentiellen und kinetischen Energie vernachlässigbar sind, die Strömung stationär ist und der Vorgang adiabatisch verläuft. Durch die Absenkung des Druckes hinter der Drossel auf Dampfdruckniveau erfolgt im Verdampfer unter Aufnahme von Wärme aus dem Kühlkreislauf die Zustandsänderung des Kältemittels von der Flüssigphase in die Gasphase. Gleichzeitig wird mit der Wärmeaufnahme aus dem Kühlkreislauf die Austrittstemperatur der Luftkühler-Einrichtung 3 (des Air Chiller Device) bestimmt. Damit besteht zum einen eine Abhängigkeit zwischen Drosselstellung des Entspannungsventils 8 (Stellgröße) und der Austrittstemperatur am Luftkühler (Air Chiller) und zum anderen aufgrund des festen Verhältnisses von Saugstrom/Treibstrom eine direkte Proportionalität zwischen Austrittstemperatur und Mischtemperatur (Regelgröße). Die abgenommene Kühlleistung ergibt sich dann aus der Ein- und Austrittstemperatur der Luftkühler-Einrichtung 3 (Kühlkreis) und dem Massendurchsatz des Treibstromes bzw. aus der Eintrittstemperatur des Luftkühlers, der Mischtemperatur und dem Massendurchsatz des Gesamtstromes. Die Misch- bzw. Einblastemperatur in den Bordküchenbereich 1 (Trolley Compartment) ist mit 0 Grad Celsius als Sollgröße vorgegeben, während die Ist-Temperatur in der Mischstrecke sensiert wird. Bei der Verstärkung der Soll- und Ist-Abweichung ist die Definition der Übertragungsfunktion einschließlich der Konstanten abhängig von der Charakteristik des Entspannungsventils 8 und dem Temperaturverhalten am Luftkühler-Austritt. Entsprechendes gilt für die Unempfindlichkeits-Einheit 12 und der Begrenzer-Einheit 13 im Regelkreis. Eine mögliche Vorgehensweise zur Auslegung des Reglers und der Konstantenbestimmung besteht darin, das Systemverhalten des Luftkühlers (Air Chiller) auf der Basis von Versuchsergebnissen des Herstellers in einem Rechenmodell darzustellen und mit Hilfe der numerischen Simulation den Regler zu optimieren. Für den Reglerentwurf sollte man mit dem Einsatz des vorerwähnten P-Gliedes (proportionales Glied) zur Verstärkung der Abweichung (Soll - Ist) beginnen.

Bezugszeichen

- | | |
|---|----|
| 1 Bordküchenbereich (Trolley Compartment) | 55 |
| 2 Regeleinrichtung (Control Device) | |
| 3 Luftkühler-Einrichtung (Air Chiller Device) | |
| 4 Bypass-Luftleitung | |
| 5 Temperatursensor | |
| 6 Auswerteeinheit (der Regeleinrichtung 2) | 60 |
| 7 Küchenservicewagen | |
| 8 Entspannungsventil | |
| 9 Strahlpumpe | |
| 10 Kondenser-Einheit | |
| 11 Verdampfer-Einheit | 65 |
| 12 Unempfindlichkeits-Einheit | |
| 13 Begrenzer-Einheit | |
| 14 Verstärker-Einheit | |

- | | |
|---|----|
| 15 Kühlkreislaufbereich | |
| 16 Kabinenbereich | |
| 17 Luftversorgungsleitung | |
| 18 Luftversorgungs-Anschlußleitung | |
| 19 Abluft-Verbindungsleitung (Rückluftleitung) | 5 |
| 20 Leitungsendabschnitt (der Luftversorgungsleitung 17) | |
| 21 Verbindungsendbereich (der Luftversorgungs-Anschlußleitung 18) | |
| K Leitungsknoten (Leitungsverzweiger) | 10 |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlluftversorgung von Küchenservicewagen, die innerhalb einem Bordküchenbereich (1) eines Passagierflugzeuges positioniert sind, mit einer elektronischen Regeleinrichtung (2) und einem ihr über Signalleitungen verbundenen Elektronikteil einer Luftkühler-Einrichtung (3), der mehrere mit dem Kühlkreislauf des Bordküchenbereiches (1) verbundene Luftverbindungsleitungen angeschlossen sind, mit denen die nachfolgenden Schritte umgesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß

- a) eine Teilmenge der von den Küchenservicewagen (7) abgegebenen erwärmten Kaltluft, die nach geschieder Um- und Durchspülung mit einer von der Luftkühler-Einrichtung (3) zugeführten Kaltluft die Küchenservicewagen (7) verlassen wird, dem Treibluftstrom der zugeführten Kaltluft, der durch Entfaltung eines Saugluftstromes der erwärmten Kaltluft mit einer im Strömungsquerschnitt der mit den Küchenservicewagen (7) verbundenen Luftverbindungsleitung installierten Strahlpumpe (9) umgesetzt wird, über eine Bypass-Luftleitung (4) beigemischt wird und daraufhin ein Gesamtluftstrom von Mischluft den Küchenservicewagen (7) zugeführt wird,
- b) gleichermaßen eine Ist-Mischlufttemperatur mit einem im Temperatursensor (5), den man im Strömungsquerschnitt der mischluftführenden Luftverbindungsleitung anordnet, erfaßt wird,
- c) daraufhin die erfaßte Ist-Mischlufttemperatur vom Temperatursensor (5) in ein elektronisches Signal gewandelt wird, das von einer der Regeleinrichtung (2) integrierten Auswerteeinheit (6) mit einer ihr signalmäßig zugeleiteten oder von ihr gespeicherten Soll-Mischlufttemperatur-Vorgabe verglichen wird, dann aus dem Temperaturvergleich von ihr die Temperaturabweichung durch Ermittlung der Temperatur-Differenz festgestellt wird,
- d) daraufhin aus der ermittelten Temperatur-Differenz von der Auswerteeinheit (6) ein weiteres elektronisches Signal generiert wird, mit dem ein (nicht gezeigtes) Elektronikteil eines sich im Kältemittelkreislauf der Luftkühler-Einrichtung (3) befindenden Entspannungsventils (8) angesteuert wird, von welchem die Ventilstellung des Entspannungsventils (8) verändert wird, deswegen im Entspannungsventil (8) ein ihm zugeführtes flüssiges Kältemittel, das von einem der Luftkühler-Einrichtung (3) integrierten Kondenser (10) zugeführt wird, durch irreversible Drosselung auf einen niedrigen Druck entspannt wird und gleichfalls der Massendurchsatz des Kältemittels entsprechend der Ventilstellung (Ventilcharakteristik) verändert wird,
- e) daraufhin das druckentspannte Kältemittel einer im Kältemittelkreislauf der Luftkühler-Ein-

richtung (3) dem Entspannungsventil (8) leitungs-
verbundenen Verdampfereinheit (11) zugeführt
wird, wobei in der Verdampfereinheit (11) durch
die Absenkung des Kältemittel-Druckes auf
Dampfdruckniveau und unter gleichzeitiger Auf- 5
nahme von Wärme aus der verbleibenden Teil-
menge der von den Küchenservicewagen (7) ab-
gegebenen erwärmten Kaltluft, die der Verdamp-
fereinheit (11) zugeführt wird, die Zustandsphase
des ihr zugeführten Kältemittels von der Flüssig- 10
phase in eine Gasphase umgewandelt wird, wo-
durch

f) gleichzeitig mit der geschehenen Wärmeauf-
nahme die Austrittstemperatur der von der Luft-
kühler-Einrichtung in den Kühlkreislauf einge- 15
speisten Kaltluft bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Soll-Mischlufttemperatur-Vorgabe mit
0 Grad Celsius als Sollgröße vordefiniert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich- 20
net, daß das generierte weitere Signal einer der Regel-
einrichtung 2 integrierten Verstärker-Einheit (12) und
darauffolgend dem Entspannungsventil (8) zugeleitet
wird, dabei die aktuelle Ventilstellung des Entspan-
nungsventils (8) und das Temperaturverhalten der am 25
Austritt der Luftkühler-Einrichtung (3) in den Kühl-
kreislauf eingespeisten Kaltluft einschließlich die vor-
definierte Luftübertragungsfunktion durch die Luftver-
bindungsleitungen korrelativ in der Signal-Verstärkung
der von der Auswertereinheit (6) ermittelten Tempera- 30
turabweichung berücksichtigt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-
net, daß die Signal-Verstärkung der ermittelten Tempe-
raturabweichung unter dem Einfluß von einem der Ver-
stärker-Einheit (12) integrierten Proportional-Glied 35
vorgenommen wird, darauffolgend das verstärkte ge-
nerierte weitere Signal einer Unempfindlichkeits- und
einer Begrenzer-Einheit (12, 13) zugeleitet wird, von
denen die verstärkte Temperatur-Differenz wertmäßig
modifiziert wird, daraufhin das Produkt der Signalmo- 40
difikation von der Begrenzer-Einheit (13) dem Elektro-
nikteil des Entspannungsventils (8) zugeleitet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeich-
net, daß das verstärkte generierte weitere Signal von
der Unempfindlichkeits-Einheit (12) soweit modifiziert 45
wird, das es vor dem oder bis zum Erreichen eines vor-
definierten unteren Schwellwertes der Signalmodifika-
tion keinesfalls eine Veränderung der Ventilstellung
des Entspannungsventils (8) auslösen wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch 50
gekennzeichnet, daß das von der Unempfindlichkeits-
Einheit (12) modifizierte verstärkte generierte weitere
Signal darauffolgend von der Begrenzereinheit (13) so-
weit zusätzlich modifiziert wird, das es mit dem Errei-
chen eines vordefinierten oberen Schwellwertes der Si- 55
gnalmodifikation keine weitere Veränderung der Ven-
tilstellung des Entspannungsventils (8) auslösen wird
oder eine Veränderung von dessen Ventilstellung aus-
bleiben wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

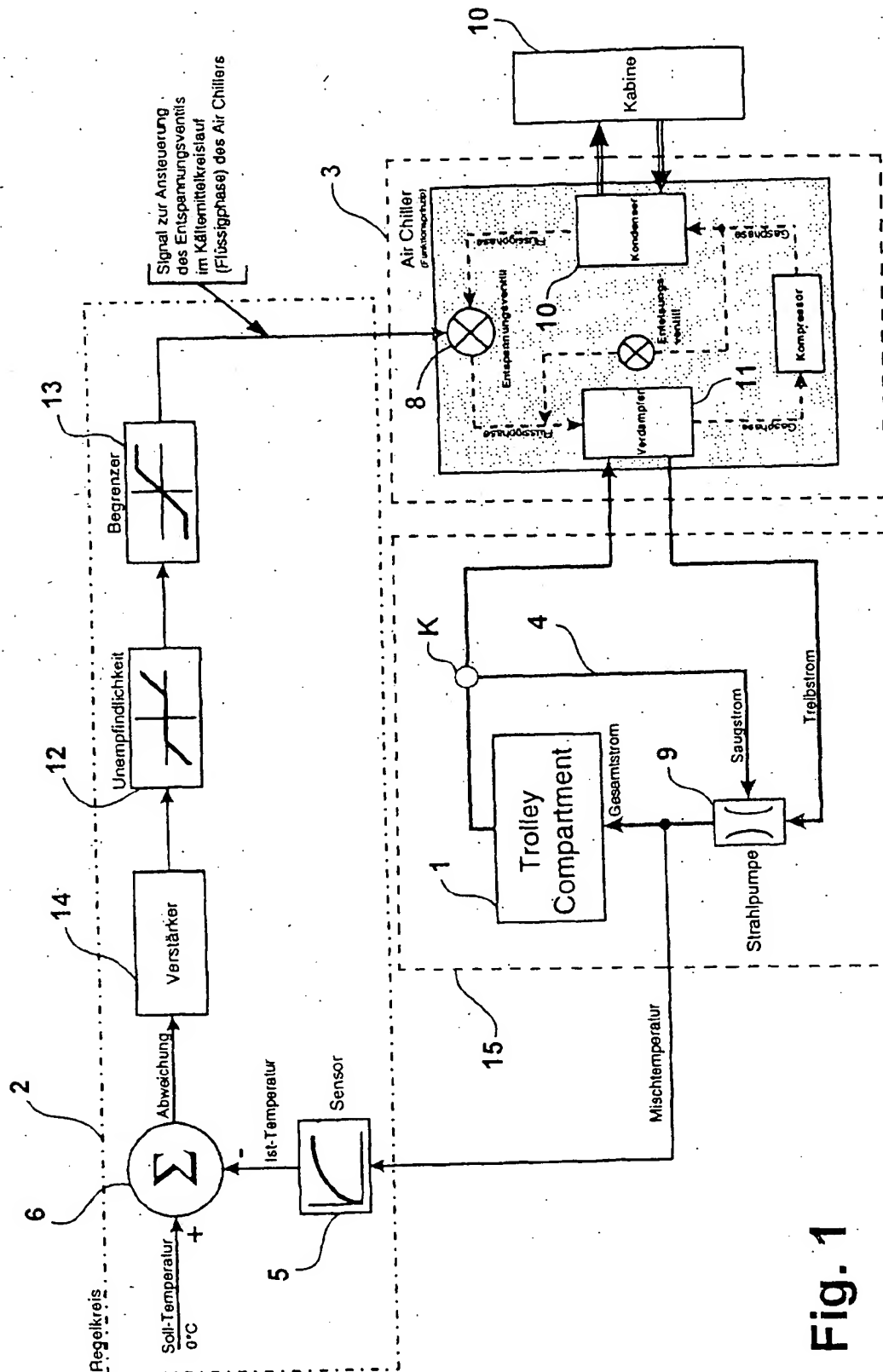


Fig. 1

Fig. 3

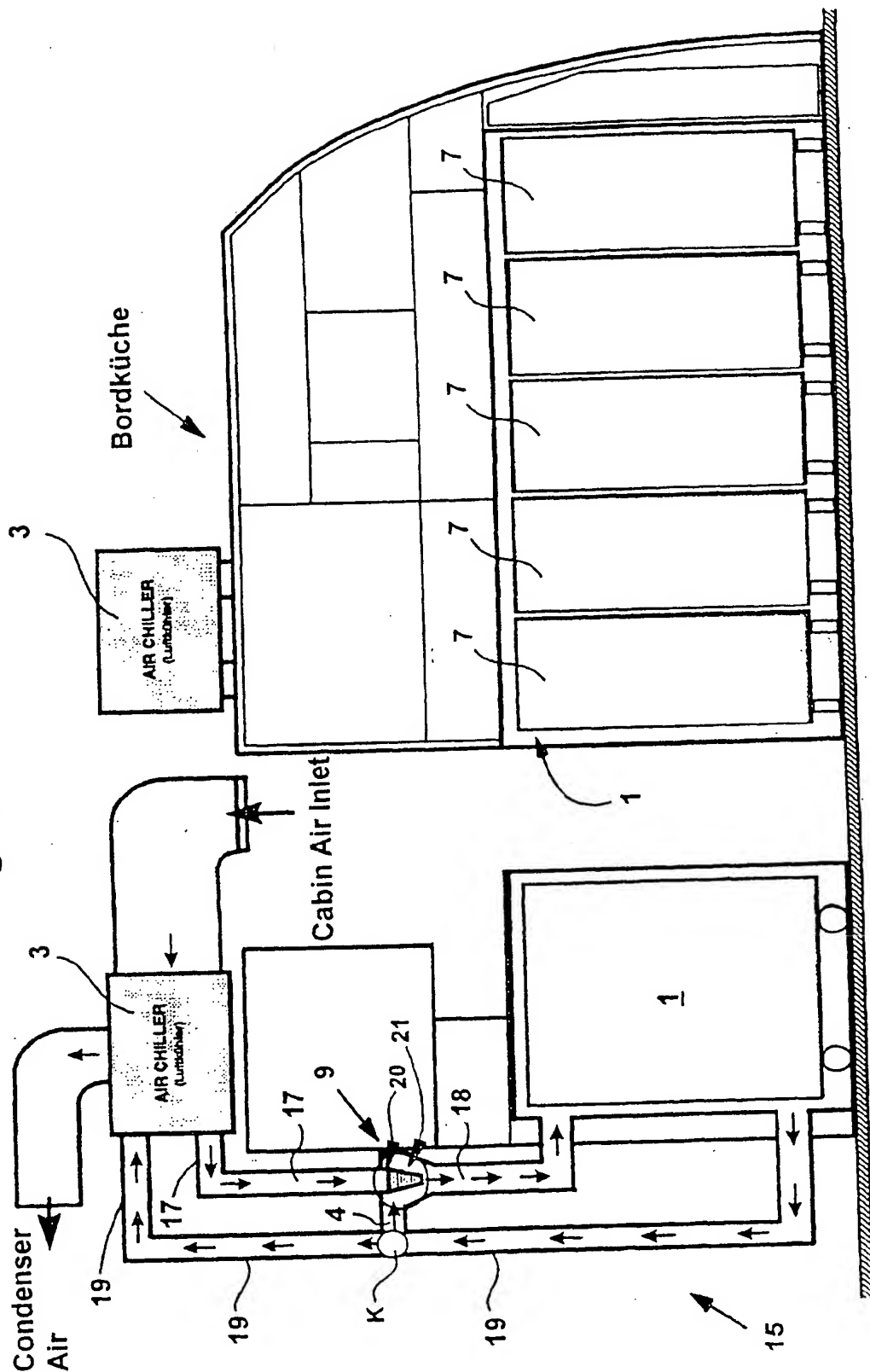


Fig. 2

